

1/3/4

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012936368 **Image available**

WPI Acc No: 2000-108215/200010

XRPX Acc No: N00-083241

Decode apparatus e.g. for decoding several encoded messages each having associated corruption level

Patent Assignee: NORTEL NETWORKS CORP (NELE); NORTHERN TELECOM LTD (NELE); NORTEL NETWORKS LTD (NELE)

Inventor: FREEMAN B R

Number of Countries: 027 Number of Patents: 003

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|---------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| EP 973292 | A2 | 20000119 | EP 99202201 | A | 19990706 | 200010 B |
| JP 2000101453 | A | 20000407 | JP 99203726 | A | 19990716 | 200028 |
| US 6252917 | B1 | 20010626 | US 98118203 | A | 19980717 | 200138 |

Priority Applications (No Type Date): US 98118203 A 19980717

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|-----------|------|-----|----|----------|--------------|
|-----------|------|-----|----|----------|--------------|

| | | | | | |
|-----------|----|---|----|-------------|--|
| EP 973292 | A2 | E | 19 | H04L-001/00 | |
|-----------|----|---|----|-------------|--|

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT

LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

| | | | | | |
|---------------|---|--|----|-------------|--|
| JP 2000101453 | A | | 15 | H03M-013/37 | |
|---------------|---|--|----|-------------|--|

| | | | | | |
|------------|----|--|--|-------------|--|
| US 6252917 | B1 | | | H03D-001/00 | |
|------------|----|--|--|-------------|--|

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-101453

(43)Date of publication of application : 07.04.2000

(51)Int.Cl.

H03M 13/37

H03M 13/13

H03M 13/29

H04L 1/00

H04L 12/56

(21)Application number : 11-203726

(71)Applicant : NORTEL NETWORKS CORP

(22)Date of filing : 16.07.1999

(72)Inventor : FREEMAN BENEDICT RUSSELL

(30)Priority

Priority number : 98 118203

Priority date : 17.07.1998

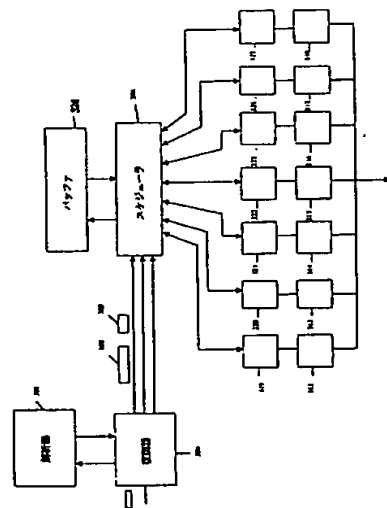
Priority country : US

(54) STATISTICALLY MULTIPLEXED TURBO CODE DECODER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable application for a receiver, e.g. the base station of satellite facilities or a ground radio system by allocating messages to decoders, at least one to one, depending on data, wherein a signal processing required quantity generated by an analyzing means is described.

SOLUTION: The front-end part of a reception channel includes an antenna, a low-noise filter, and an RF down converter. A demodulating and decoding means includes a demodulator 300, a analyzer 301 which analyzes the input analog signal and a scheduler 303 controlling an array of turbo decoders 312 to 318. The respective turbo decoders include individually corresponding input buffers 319 to 325. The RF down converter outputs a down-converted analog signal and supplies it to the decoder 300. The decoder 300 demodulates the received analog signal, encodes it with a turbo code, and generates a digitized bit stream.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-101453 ✓

(P2000-101453A)

(43) 公開日 平成12年4月7日 (2000.4.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 3 M 13/37

H 0 3 M 13/37

13/13

13/13

13/29

13/29

H 0 4 L 1/00

H 0 4 L 1/00

C

12/56

11/20

1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平11-203726

(22) 出願日

平成11年7月16日 (1999.7.16)

(31) 優先権主張番号

1 1 8 2 0 3

(32) 優先日

平成10年7月17日 (1998.7.17)

(33) 優先権主張国

米国 (US)

(71) 出願人 390023157

ノーテル・ネットワークス・コーポレーション

NORTEL NETWORKS CORPORATION

カナダ国, エイチ2ワイ 3ワイ4, ケベック, モントリオール, エスティ. アントイン ストリート ウェスト 380 ワールドトレード センタ オブ モントリオール 8フロア

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

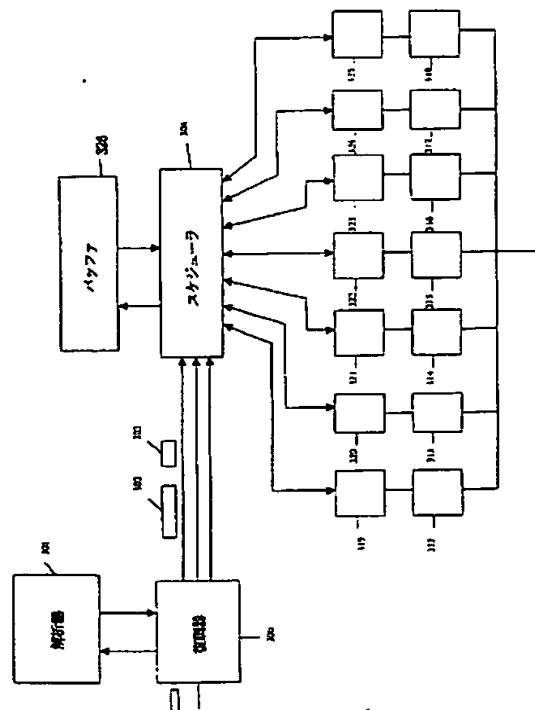
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 統計的に多重化されたターボ符号復号器

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、ターボ符号復号器を受信機に適用する利点を得ると共に、デジタル信号処理能力の増大によって生ずる電力量及び余分なコストを最小限に抑える復号装置の提供を目的とする。

【解決手段】 本発明によれば、メッセージパケットは復号処理の全体的な利用状態を最適化するように割り付けられる。システムに必要とされる復号処理の回数は、ノイズと、連続したメッセージ間でノイズ比が異なり種々の復号化処理能力を要する異なる時分割メッセージを含む到着時分割多重ビットストリームを復号化するため必要な復号の最適繰り返し回数の統計的解析により評価される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 関連した改竄レベルを有する複数の符号化されたメッセージを復号化する復号装置において、上記各メッセージの改竄レベルを判定し、上記各メッセージを復号化するための信号処理必要量を記述するデータを発生させる解析手段と、上記符号化されたメッセージを復号化する少なくとも 1 台の復号器と、

上記解析手段によって発生された上記信号処理必要量を記述するデータに依存して、上記メッセージを上記少なくとも 1 台の復号器の中の個々の復号器に割り当てるスケジュール手段とを含む復号装置。

【請求項 2】 上記解析手段は、

上記メッセージの搬送波対ノイズ比の測度を判定する手段と、

ターボ符号復号化の繰り返し回数を上記メッセージに割り当てる手段とを有する、請求項 1 記載の復号装置。

【請求項 3】 上記ターボ符号復号化の繰り返し回数を割り当てる手段は、

上記搬送波対ノイズ比を記述するデータ、上記繰り返しの回数を記述するデータ、並びに、上記搬送波対ノイズ比と上記繰り返し回数との間の関係を記述するデータを収容するデータ記憶手段を有する、請求項 2 記載の復号装置。

【請求項 4】 上記各復号器は上記復号器の状態に関係した状態信号を上記スケジュール手段に供給する、請求項 1 記載の復号装置。

【請求項 5】 上記状態信号は指定されたメッセージパケットに関して実行された現在の繰り返し回数を記述するデータにより構成される、請求項 4 記載の復号装置。

【請求項 6】 上記状態信号は上記メッセージのビット誤り率の収束レートを記述するデータにより構成される、請求項 4 記載の復号装置。

【請求項 7】 上記復号器側に上記メッセージを格納する複数のバッファをさらに有し、

上記スケジュール手段は、復号化の前に記憶するため、上記メッセージパケットを上記バッファの中から選択された個別のバッファに送信する、請求項 1 記載の復号装置。

【請求項 8】 関連した個別の改竄レベルを有する複数の符号化されたメッセージパケットを復号化する方法において、

上記各メッセージパケットの上記改竄レベルを記述する測度を判定し、

上記測度に従って、上記各メッセージパケットを復号化するため必要とされる復号化の繰り返し回数を判定し、上記パケット毎に必要とされる上記復号化の繰り返し回数に依存して上記メッセージパケットを復号化する信号処理リソースを割り付ける段階を含む方法。

【請求項 9】 上記必要とされる復号化の繰り返し回数

を判定する段階は、

複数のメッセージパケットの複数の改竄レベルを記述するデータを格納し、

所定のビット誤り率を実現するため必要とされる複数の復号化の繰り返し回数を記述するデータを格納する段階を有し、

上記復号化の繰り返し回数を記述するデータは、上記改竄レベルの中の個々の改竄レベルを所定の形式で記述するデータと対応した形式で格納される、請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】 上記信号処理リソースを割り付ける段階において、最低のバッファ占有状態を有するデジタルシグナルプロセッサが選択される、請求項 8 記載の方法。

【請求項 11】 上記信号処理リソースを割り付ける段階において、終了時間が最先であると予測されたデジタルシグナルプロセッサが選択される、請求項 8 記載の方法。

【請求項 12】 上記信号処理リソースは独立して動作する複数のターボ符号復号器を含む、請求項 8 記載の方法。

【請求項 13】 関連した個別の改竄レベルを有する複数の復号化されたメッセージパケットを復号化する方法を実行するよう構成された集積回路において、上記方法は、

上記各メッセージパケットの上記改竄レベルを記述する測度を判定し、

上記測度に従って、上記各メッセージパケットを復号化するため必要とされる復号化の繰り返し回数を判定し、上記パケット毎に必要とされる上記復号化の繰り返し回数に依存して上記メッセージパケットを復号化する信号処理リソースを割り付ける段階を含む、集積回路。

【請求項 14】 上記必要とされる復号化の繰り返し回数を判定する段階は、

複数のメッセージパケットの複数の改竄レベルを記述するデータを格納し、

所定のビット誤り率を実現するため必要とされる複数の復号化の繰り返し回数を記述するデータを格納する段階を有し、

上記復号化の繰り返し回数を記述するデータは、上記改竄レベルの中の個々の改竄レベルを所定の形式で記述するデータと対応した形式で格納される、請求項 13 記載の集積回路。

【請求項 15】 上記信号処理リソースを割り付ける段階において、最低のバッファ占有状態を有するデジタルシグナルプロセッサが選択される、請求項 13 記載の集積回路。

【請求項 16】 上記信号処理リソースを割り付ける段階において、終了時間が最先であると予測されたデジタルシグナルプロセッサが選択される、請求項 13 記載の

集積回路。

【請求項 17】 上記信号処理リソースは独立して動作する複数のターボ符号復号器を含む、請求項 13 記載の集積回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的に受信された信号の復号化に係わり、特に、衛星リンク若しくは地上マイクロ波リンクを介して受信された信号の復号化に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、衛星と 1 台以上の地上局との間、或いは、地上無線通信システムの無線基地局間のマイクロ波通信リンクにおいて、伝送された信号は、例えば、バックグラウンドノイズ、送信機及び受信機の部品を通じて取り込まれるノイズ、大気中伝送条件により生ずるノイズ、及び、妨害性搬送周波数を生じさせる他の送信機から誘導される妨害などの複数の要因によるノイズによって改竄される。いずれの場合にも、殆ど共通し僅かに異なる理由から、できる限り小さい搬送波対妨害比、或いは、できる限り小さい SN 比を有する信号を処理できる方が有利である。より低い搬送波対妨害比、若しくは、SN 比を許容することによって、より低電力の送信機及び受信機が利用できるようになるので、衛星システムの場合に、打ち上げられるべき設備の重量が軽減され、設備の消費電力要求条件が低減される。地上無線波システムの場合に、より低い搬送波対妨害比、及び、SN 比を許容することにより、移動送受器はより低消費電力の送信機を備えることができるので、送受器の寸法及び電力の要求条件が軽減され、地上無線システムの全体的な能力が高まる可能性がある。

【0003】比較的低レベルの搬送波対妨害比、及び/又は、SN 比を用いて受信された送信側の信号を再生するため、信号を送信する前に、従来の符号化アルゴリズムに従う冗長な情報ビットを用いて信号を符号化することが提案されている。符号化された信号の受信後に、従来の復号器は、ノイズ又は妨害に起因して回復できない程度に改竄された信号の一部分を再生し、符号化に含まれる冗長な情報から原信号を再生することができる。このようなシステムは、前方誤り訂正符号化システムとして公知である。前方誤り訂正符号は、冗長ビットを送信されるべき信号に加え、データ伝送のため利用可能な帯域幅を有効に減少させるが、他の符号では復号化できないような信号を復号化することができ、使用可能な送信機及び受信機のレンジ、消費電力及び重量を改良する点が有利である。前方誤り訂正システムを使用して余分な符号化ビットを伝送する符号化オーバーヘッドは、伝送リンクの有効ビット誤り率 (BER) を改善することができる。特に、衛星システムの場合に、衛星リンクのビット誤り率は、打ち上げられる送信機/受信機設備の電

力必要量、すなわち、通信設備のコストに直接的な影響を与えるので、衛星の性能の制限因子である。移動無線システムの場合に、リンクのビット誤り率は、使用される送受器の寸法及び電力必要量に直接的な影響を与える。

【0004】従来の前方誤り訂正システムは、従来技術において周知のように、クアルコム社 (Qualcom Incorporated) から入手可能なコンボリ्यूション符号器及びビタビ復号器を含む。さらに近年では、ビタビ前方誤り訂正符号と同じ目的のため、すなわち、伝送リンクのビット誤り率を改良するため使用され、ビタビ符号化システムよりも性能が改良された「ターボ符号 (turbo codes)」として公知の連接された再帰形符号の組が普及し始めている。ターボ符号は、ビタビ符号よりも約 3 dB だけ改良され、ビタビ符号化リンクと比較して同じビット誤り率を有する伝送リンクに対する伝送パワーを約半分に抑えることができる。並列連接システムティック繰返し符号 (すなわち、ターボ符号) は、C Berrou による “Near Shannon Limit Error-Correcting and Decoding: Turbo Codes (1)”, proceedings ICC May 1993 に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来技術の前方誤り訂正復号器に対するターボ符号復号器の問題点は、ターボ符号復号器にはより多くのデータ処理能力が要求されることである。一般的に、従来のターボ符号は、従来のビタビ前方誤り訂正復号器の 10 倍の処理能力を必要とする。1 秒あたりにギガのオーダーの命令回数の処理能力が要求される。このような多量の命令を処理し得るデジタル信号処理装置は、市販されているデジタル信号処理チップセット、或いは、カスタムメイド復号器チップセットにより構成される。かくして、ビタビ符号に代えてターボ符号を使用することにより、一方で、送信機/受信機設備は設備に要求される伝送パワー及びサイズに関して潜在的に改良されるが、他方で、ビタビ符号器よりも約 10 倍の信号処理能力を必要とする不利益を生じる。衛星システムの場合に、余分な信号処理能力のコストが増大するだけではなく、電力消費量の増加が問題になる。コスト的に競争が激しい市場で用いられる地上無線基地局の場合、要求された信号処理能力を与えるために余分なデジタルシグナルプロセッサチップのコストが増加するという欠点が生じる。

【0006】本発明の目的は、ターボ符号復号器を受信機、例えば、衛星設備又は地上無線システムの基地局に適用する利点を得ると共に、デジタル信号処理能力を増大することによって生ずる電力供給必要量及び余分なコストを最小限に抑えることである。本発明の別の目的は、複数の送信機から受信された信号の改竄を統計的に解析することにより、ターボ符号で符号化された信号の復号化のため適用される信号処理能力を最適利用するこ

とである。

【0007】本発明の更なる目的は、信号処理能力の利用を最適化することにより、固有の対応したSN比及び／又は搬送波対妨害比を有することを特徴とする複数のチャネルからの複数のターボ符号化された受信信号を復号化するため全体的に必要なとされる処理能力を削減することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の一面により提供される関連した改竄レベルを有する複数の符号化されたメッセージを復号化する復号装置は、上記各メッセージの改竄レベルを判定し、上記各メッセージを復号化するための信号処理必要量を記述するデータを発生させる解析手段と、上記符号化されたメッセージを復号化する少なくとも1台の復号器と、上記解析手段によって発生された上記信号処理必要量を記述するデータに依存して、上記メッセージを上記少なくとも1台の復号器の1台ずつに割り当てるスケジュール手段とを含む。

【0009】好ましくは、上記解析手段は、上記メッセージの搬送波対ノイズ比の測度を判定する手段と、ターボ符号復号化繰り返しの回数を上記メッセージに割り当てる手段とを有する。好ましくは、ターボ符号繰り返しの回数を判定する手段は、搬送波対ノイズ比及び復号化繰り返しの回数を記述するデータ、並びに、上記搬送波対ノイズ比と上記繰り返しの回数との間の関係を記述するデータを収容するデータ記憶手段を有する。

【0010】本発明のベストモードでは、各復号器のプロセッサは、上記復号器の状態に関係した状態信号を上記スケジュール手段に供給する。上記状態信号は、指定されたメッセージパケットに関して実行された現在の繰り返しの回数を記述するデータにより構成され、或いは、上記メッセージのビット誤り率の収束レートを記述するデータにより構成される。

【0011】好ましくは、上記復号装置は、上記復号器での上記メッセージを格納する複数のバッファをさらに有し、上記スケジュール手段は、復号化の前に、上記メッセージパケットを上記バッファの中から選択された個別のバッファに送信する。本発明の第2の面によれば、各メッセージパケットが関連した改竄レベルを有する複数の符号化されたメッセージパケットを復号化する方法は、上記各メッセージパケットの上記改竄レベルを記述する測度を判定し、上記測度に従って、上記各メッセージパケットを復号化するため必要とされる復号繰り返しの回数を判定し、上記必要とされる復号演算の回数に依存して、上記メッセージパケットを復号化する信号処理リソースを割り付ける段階を含む。

【0012】好ましくは、必要とされる復号繰り返しの回数を判定する段階は、複数のメッセージパケットの複数の改竄レベルを記述するデータを格納し、所定のビット誤り率を実現するため必要とされる複数の復号繰り返

しの回数を記述するデータを格納する段階を有し、上記繰り返しの回数を記述するデータは、所定の方法で上記改竄レベルの中の個々の改竄レベルを記述するデータと対応した形式で格納される。

【0013】上記複数の改竄レベルを記述するデータ及び所定の復号繰り返しの回数を記述するデータは、ルックアップテーブルに格納してもよい。上記デジタル信号処理リソースを割り付ける段階は、最低のバッファ占有状態を有するデジタルシグナルプロセッサを選択してもよい。上記デジタル信号処理リソースを割り付ける段階は、終了時間が最先であると予測されたデジタルシグナルプロセッサを選択してもよい。

【0014】本発明の更なる面によれば、各メッセージパケットが関連した改竄レベルを有する複数の復号化されたメッセージパケットを復号化する方法を実行するよう構成された集積回路は、上記各メッセージパケットの上記改竄レベルを記述する測度を判定し、上記測度に従って、上記各メッセージパケットを復号化するため必要とされる復号繰り返しの回数を判定し、上記必要とされる復号演算の回数に依存して、上記メッセージパケットを復号化する信号処理リソースを割り付ける段階を含む復号化方法を実行する。

【0015】上記必要とされる復号繰り返しの回数を判定する段階は、複数のメッセージパケットの複数の改竄レベルを記述するデータを格納し、所定のビット誤り率を実現するため必要とされる復号繰り返しの複数の回数を記述するデータを格納する段階を有し、上記繰り返しの回数を記述するデータは、所定の方法で上記改竄レベルの中の個々の改竄レベルと対応した方法で格納してもよい。

【0016】上記デジタル信号処理リソースを割り付ける段階は、最低のバッファ占有状態を有するデジタルシグナルプロセッサを選択してもよい。上記デジタル信号処理リソースを割り付ける段階は、最先の終了時間が予測されたデジタルシグナルプロセッサを選択してもよい。上記デジタル信号処理リソースは、独立に動作する複数のターボ符号復号器により構成してもよい。

【0017】本発明による具体的な実施例及び方法は、異なるパケットの間で異なる改竄レベル及び搬送波対妨害比を有するデータパケット及びメッセージの連続的なストリームを、ターボ復号化アルゴリズムを用いて復号化するための平均信号処理必要量を満たす1秒当たりの命令回数に対し、信号処理能力が合成されたターボ復号器の配列を提供する。復号器によって得られる全体的なデータ処理能力は、所定のビット誤り率を実現するため、到着するデータ信号に必要なとされる平均データ処理必要量を満たすよう最適化される。システム設計者は、一定時間周期に亘り到着信号の履歴的な統計解析を実行し、平均的に要求されたビット誤り率を実現するため多数の受信された信号に対し必要とされる平均命令数を計

算することにより、必要とされる全体的なデータ信号処理能力を評価する。

【0018】本発明による具体的な実施例及び方法は、所定のビット誤り率を実現するため、低い信号処理必要量を有する信号からより高い信号処理必要量を有する信号に信号処理能力を再振り分けすることにより、高い信号処理必要量を有する到着メッセージパケットの復号化を満たすため利用可能な信号処理能力を利用することを目標とする。ここに開示された具体的な実施例及び方法によれば、復号器の配列は、できる限り高い時間的な比率で連続的に動作され、復号器が休止状態である期間を短縮し、利用可能な信号処理リソースを最適化された形で利用する。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明及び本発明の実施の形態がより良く理解できるように、以下では添付図面を参照して、本発明による具体的な実施例、方法及び処理を例示的に説明する。以下、一例として、本発明を実施するベストモードを説明する。以下の説明中、多数の具体的な詳細説明は、本発明を完全に理解するために記載されている。しかし、明らかに、当業者はこれらの具体的な詳細説明に限定されることなく、本発明を実施することができる。一方、周知の方法及び構造は、本発明の本質的な部分が分かり難くなることを避けるため、詳細には説明されない。

【0020】図1を参照するに、伝送リンクを介して信号を受信し復号化する従来技術の受信チャネル装置が示されている。図1の受信チャネル装置は、衛星システム用若しくは地上無線システム用として一般的に示されているが、当業者には、動作周波数及びチャネル構成部品の最適化が夫々の分野における従来のエンジニアリング技術に応じて異なることが認められよう。典型的に、受信チャネル装置のRF（無線周波）部品は、地上無線システムの場合に900～1800MHzのレンジ内の周波数で動作し、衛星システムの場合に約40GHzの周波数で動作する。受信チャネル装置は、例えば、衛星ディッシュアンテナ若しくはマイクロ波基地局アンテナのようなアンテナ100と、低雑音増幅器102に信号を出力する低雑音フィルタ101と、低雑音増幅器から受信されたRF信号を、典型的に直流～10MHzのレンジのベースバンド信号にダウンコンバートするダウンコンバータ103とを有し、ダウンコンバートされた信号は復調器104に入力され、復調器104は信号をデジタルストリームに復調し、デジタルビットストリームは復号器105に供給され、復号器105は符号化されたビットストリームをデータ信号のビットストリームに復号化する。

【0021】図2を参照するに、図1の従来技術による受信チャネルの復号器105に対する入力及び出力デジタル信号が概略的に記載されている。図1に示された従

来システムにおいて、復号器105は、通常の前方向誤り訂正符号（ビタビ符号）を操作するか、或いは、従来のターボ符号を操作する。従来のターボ符号復号器105の場合に、ターボ符号は、固定回数の復号繰り返しによって、ノイズ及び／又は妨害改竄データパケット200の系列の入力を繰り返し符号化することにより生ずる。最適な繰り返し回数は、試行錯誤的に種々の繰り返し回数を適用することにより、一定の時間間隔に亘って構築された信号の改竄に関する知識から決定される。非常に多い繰り返し回数が選択された場合、復号器のデータ処理能力の使用量は、要求されたビット誤り率を達成するため使用される命令の回数に関して最適を上回る。逆に、非常に少ない繰り返し回数が選択された場合、予め要求されたビット誤り率は達成されず、伝送リンクのビット誤り率は非常に高い。最適な繰り返し回数は、要求されたビット誤り率の達成と、ビットストリームを復号化するため最適に少ない繰り返し回数の達成との間の最適なトレードオフを与える。ターボ符号の必要とされる繰り返し回数の最低の回数に最適化することにより、システム設計者は、特定性が低く、よりコストの低いデジタルシグナルプロセッサチップを使用すること、及び、より低電力消費形のデジタルシグナルプロセッサチップを使用することの選択の幅を得ることができる。

【0022】復調器104からのデジタルビットストリーム出力は、時間的に改竄性が変化する信号を含む。例えば、ビットストリーム内のデータの packets が単一のソースから受信される場合に、リンクの伝送特性は、数時間若しくは数日の期間に亘る大気条件に起因して時間的に変化する。受信装置が単一のソースから固定した伝送リンクを介した信号の系列を受信する場合に、送信されたメッセージに対する伝送リンクの影響は、受信されたメッセージのノイズ改竄に関する履歴データを収集することにより表され得るので、要求されたビット誤り率（BER）を実現するため適用すべき最適な繰り返し回数を決めることは簡単である。

【0023】しかし、受信チャネルが複数の異なるソースから複数の packets 信号を受信するとき、例えば、多数のユーザ周波数又は時分割多重アクセスアップリンクを受信する衛星基地の場合に、尾となる地理的に離れた送信機から異なる伝送リンクを介して伝送された連続的なデータ packets の改竄は著しく変化する。かくして、第1の packets を最適に復号化するため必要とされる繰り返し回数は、次の第2の packets を復号するため必要とされる復号繰り返しの最適な回数とは異なる。

【0024】異なる送信機から異なるパスを経由して受信されたメッセージの系列を復号化するため固定の復号繰り返し回数を適用することは不十分である。固定の復号繰り返し回数を用いて要求されたビット誤り率を達成するため、繰り返し回数は、最悪に改竄された受信メッセージ信号が要求されたビット誤り率を達成すべく適用

された十分な処理能力を有することを保証できるように十分大きい数に設定されるべきである。より小さい改竄レベルを有する受信メッセージは、依然として同数回の復号繰り返しが行われ、信号処理能力を十分に使用していない。

【0025】以下、到着信号の改竄レベルに依存して復号繰り返しの回数を変化させる統計的に多重化されたターボ符号復号器を用いて改良された復号化を提供する本発明による具体的な実施例及び方法を説明する。以下の説明では、本発明のベストモードの具体的な実施例及び方法が、多数ユーザのF-TDMAアップリンクシステムへの衛星パイロード復号器の適用に関して記載される。当業者は、ここに開示された一般的な原理及び概念が、衛星システム及び無線システムと、それ以外のシステムとを含む一般的な通信システムに適用可能であることを認めるであろう。

【0026】図3を参照するに、本発明の具体的な実施例に従って受信チャネルの一部を構成する復調及び復号手段が示されている。受信チャネルのフロントエンド部は、従来技術の場合と同様に、アンテナ、低雑音フィルタ、及び、RFダウンコンバータを含む。復調及び復号手段は、復調器300と、復調器300への入力アナログ信号を解析する解析器301と、複数のターボ復号器312～318の配列を統括するスケジューラ303とを有し、各ターボ復号器は個別に対応した入力バッファ319～325を含む。選択的に、バッファ326をスケジューラに設け、メッセージデータを蓄積して、復号器312～318へのメッセージデータの送信を遅延させてもよい。複数のターボ復号器312～318は、スケジューラ304によってターボ復号器に配信された複数のデータパケットを復号化するため互いに独立かつ並列に動作する通常のデジタル信号処理チップにより構成してもよい。RFダウンコンバータは、ダウンコンバートされたアナログ信号を出力し、復調器300に供給する。復調器300は、受信されたアナログ信号を復調し、ターボ符号で符号化され、デジタル化されたビットストリームを発生させる。

【0027】図4を参照するに、複数の復号器に入力される前に復調器300に入力された時分割多重アクセス(TDMA)ペアラ信号T0-T12のストリームを概念的に示す図である。このビットストリームは、ノイズ及び/又は妨害の形式で、関連した改竄レベルを有するアナログ信号を含む。時分割多重アクセスシステムの場合に、受信チャネルは複数の異なる送信機から複数のパスを経由してデータを受信する。例えば、衛星アップリンクの場合に、複数の地上局は、時分割多重化方式で送信を行い、又は、地上無線システムの場合に、複数の移動若しくは固定加入者装置は、複数の時分割若しくは符号分割多重アクセスチャネルを介して送信する。受信装置と加入者装置との間の複数のリンク毎に伝送特性が異

なるため、異なる送信装置から受信されるデータメッセージパケット若しくはセルは、対応したノイズ及び妨害のレベルが異なる。一部のリンクで受信されたデータは、著しく改竄され、一方、別の送信装置から他のリンクで受信されたデータはあまり改竄されていない場合がある。以下の説明で、用語「メッセージ」、「パケット」及び「セル」は、同じ時分割中に同じ伝送リンクを介して受信されたデータの時分割多重化された量を表すため共通して使用される。

【0028】解析器301は、ダウンコンバータから受信された入力信号を解析し、受信されたメッセージ信号の種々の測度を記述するデジタルデータを発生させる。復調器300のデジタルビットストリーム出力は、複数のデジタルメッセージを含み、各デジタルメッセージには解析器301によって発生される測度データの付加が予定され、測度データはメッセージの改竄レベル、例えば、SN比若しくは搬送波対妨害比、又は、それ以外の測度を記述し、予定されていた特定のデータメッセージにその測度データが付加される。メッセージ302は、予め付加された測度データ303と共にスケジューラ304に入力され、スケジューラ304は、特定のメッセージデータを復号化するため何れかのターボ復号器312～318を選択する。各メッセージが送られる特定のターボ復号器は、メッセージに予め付加された測度データに従ってスケジューラによって決定される。

【0029】図5を参照するに、ノイズ改竄された符号化信号を復号化するため受信チャネル装置に実現されたデータ処理ステップの全体が示されている。ステップ500において、解析器301は、到着した各パケットの改竄レベルを評価し、ステップ501において、到着パケットの信号を復号化するため必要とされる繰り返しの所定の回数を決める。ステップ501において、解析器301は、繰り返しの回数を記述するデータをパケットのヘッダに予定する。メッセージパケット及びヘッダは、ステップ503においてスケジューラ304に送信される。繰り返し回数のデータは、所定のビット誤り率を達成するためパケットに与えるべく要求される処理能力の量(すなわち、ターボ復号の繰り返し回数)をスケジューラ304に通知するパケットに予定された測度データを含む。ステップ504において、スケジューラ304は、スケジューラ内で局部的に動作されるアルゴリズムに従って、複数のプロセッサの中からパケットを復号化するための1個のプロセッサを選択し、ステップ505において、スケジューラは選択されたプロセッサにパケットを送信し、プロセッサは、ステップ506において、予定された繰り返しデータ(或いはその変形)から決められるような指定された繰り返し回数を適用することによりパケットを復号化する。

【0030】次に、図6を参照するに、入力アナログ信号を解析し、多重化されたデータの各パケットに対応し

た測度データを発生させる解析器 301 の構成部品が概略的に示されている。解析器 301 は、ダウンコンバートされた入力アナログ信号の受信信号強度を測定する受信信号強度表示器 600 と、メッセージパケット毎に、ダウンコンバートされたアナログ信号から搬送波信号対ノイズ比の測定値を決め、測定された搬送波対ノイズ比を記述するデジタルデータを生成する搬送波対ノイズ比測定手段 601 と、受信信号強度表示器 600 によって測定されたような受信信号強度及び搬送波対ノイズ比測定手段 601 によって決定されたような搬送波対ノイズ比を有するメッセージパケット信号を復号化するターボ

表 1

| 搬送波対ノイズ比 (CNR) |
|-------------------------|
| CNR > 3 dB |
| 2. 8 dB < CNR < 3 dB |
| 2. 5 dB < CNR < 2. 8 dB |
| CNR < 2. 5 dB |

上記表 1 によって表現されているように解析器に格納されたデータによれば、3 dB を超える搬送波対ノイズ比を有する多重化されたパケットに対し、所定のビット誤り率を達成するためには、ターボ復号器は復号繰り返し回数を 1 回に設定する必要がある。搬送波対ノイズ比が 2. 8 乃至 3 dB の多重化パケットの場合、2 回のターボ復号繰り返し回数が必要とされ、搬送波対ノイズ比が 2. 5 乃至 2. 8 dB のパケット信号の場合、4 回のターボ復号繰り返し回数が必要とされる。搬送波対ノイズ比が 2. 5 dB 未満の信号の場合に、5 回のターボ復号繰り返し回数が必要とされる。解析器は、要求された異なるビット誤り率の値に関係した上記のデータを収容する複数のルックアップテーブルを格納してもよい。ヘッダデータは、ルックアップテーブルから発生されたターボ符号の最適繰り返し回数を識別するデータを含む。復調器 300 の出力は、複数のパケット 302 を含み、各パケットは、特定のパケットを復号化する最適なターボ符号繰り返し回数を記述する追加されたヘッダ測度データ 303 を有する。復調器から出力された各パケットは、対応した別のノイズ及び改竄レベルを有し、パケットデータを復号化するための命令を用いて測度ヘッダデータにより識別される。

【0033】ターボ復号処理の重要な特性は処理の繰り返し性である。ターボ復号器は、複数の「要素符号」を用いて動作する。例えば、2 個の要素符号が使用されるとき、復号器は、最初に第 1 の要素符号の復号化を試み、次に、第 2 の要素符号の復号化を試みることにより動作する。復号器は、第 1 の要素符号を復号化したとき、第 2 の試みのために戻り、次に第 2 の要素符号を復号化する第 2 の試み、第 1 の要素符号を復号化する第 3 の試みが続けられ、要求されたビット誤り率が達成されるまで、以下同様に多数回に亘り繰り返される。復号化処理が繰り返し処理を行う毎に、復号化された信号のビ

符号の最適繰り返し回数を決定する手段 602 とを含む。

【0031】ベストモードの場合、ターボ符号の最適繰り返し回数決定手段 602 は、プロセッサと、所定の繰り返し回数と共に測定された搬送波対ノイズ比と関係したデジタルデータのルックアップテーブルを格納するメモリとを含む。ルックアップテーブルに格納されたデータの表現形式の一例は表 1 に記載されている。表 1 の第 2 ～ 5 行には、搬送波対ノイズ比 (CNR) と対応する繰り返し回数が記載されている。

【0032】

| 繰り返し回数 |
|--------|
| 1 |
| 2 |
| 4 |
| 5 |

ット誤り率が改善される。例えば、要求された所定のビット誤り率を達成するため、10 回の繰り返しが必要とされる。この繰り返し処理中に、ビット誤り率に関して測定された復号化信号の品質は、仮定的に近付けられた限界に収束する。初期の繰り返し中には、復号化された信号のビット誤り率はターボ復号器に入力された復調信号よりも著しく改善されるが、連続的な繰り返し中に、ビット誤り率の改善は対応して徐々に小さくなり、最終的に限界ビット誤り率に達し、それ以上信号の品質を改善することができなくなるが、多数の繰り返しが行われる。ターボ復号器の各繰り返しは、多量の処理能力を必要とし、多数の命令を実施するためデジタル信号処理ソースを利用するので、異なる搬送波対ノイズ比を有する異なる入力信号に対し共通した所定のビット誤り率を達成するためには、常に異なる繰り返し回数が、あるターボ復号器から次の復号器の間で並列に処理される異なるパケットに対し実施される。

【0034】かくして、異なる伝送特性、すなわち、受信信号の異なる未加工のビット誤り率を有する種々の伝送リンクを介して異なるユーザから受信されたパケットに対し、スケジューラは、パケットの復号化を管理し、複数のターボ復号器によって与えられたデジタル信号処理リソースの全体を最適化された形で割り付けるため、解析器 301 によって各パケットに付加された測度データに基づいて、これらのパケットを復号化するため復号器に配信する。

【0035】図 7 を参照するに、ターボ復号器 312 によって処理される前の局所的な復号器バッファ 319 側のデータパケットの局所的な記憶内容が概略的に示されている。局所的な復号器バッファ 319 の全バッファリング容量は、データを局所的なバッファに十分に格納することができると共に、ターボ復号器 312 が所定回数の繰り返しで動作し得る容量でなければならない。

【0036】各ターボ復号器312～318は、対応したバッファの占有状態と、現在の動作中の繰り返し回数と、特定の packets に関して行うように現在命令されている繰り返しの回数とを記述するデータを発生する。この情報は、各ターボ復号器312～318からスケジューラ304に返される。この情報に基づいて、スケジューラ304は、次に処理を遂行する復号器を決定することができる。スケジューラ304は、固有の測定データヘッダを含む packets の系列を順番に受信する。スケジューラ304は、データの各 packets を複数のターボ復号器の中の1台の復号器に送信する。この複数のターボ復号器は、ターボ復号器の出力で所定のビット誤り率を発生させるために最適な繰り返し回数、並びに、最小のデータ処理能力必要量を用いて、受信されたすべてのデータ packets を復号化するように並列に動作している。

【0037】特定の到着 packets を復号化するターボ復号器の選択は、割付アルゴリズムに従ってスケジューラ304によって行われる。本発明のベストモードの場合に、簡単な割付アルゴリズムのバージョンが図8に示されている。スケジューラ304は、ステップ800において、ターボ復号器プロセッサ312～318に対応した各バッファ319～325のバッファ占有状態を監視する。ステップ801において、このアルゴリズムは、すべてのバッファが満杯か、或いは、部分的に占有されているかどうかを検査する。すべてのバッファが少なくとも一部のデータで現時点までに占有されているとき、ステップ802において、本アルゴリズムは最低のデータ占有状態を有するバッファを選択し、ステップ803において、 packets を復号化のためバッファに送る。ステップ801において、1個以上の空バッファが存在する場合、ステップ804において、本アルゴリズムは、空バッファが1個しかないとき、単一の空バッファを選択し、2個以上の空バッファがあるとき、スケジューラはランダムに空バッファを選択する。ステップ805において、スケジューラは packets を選択された空バッファに送信する。すべてのバッファが占有され、最低の占有状態を有するバッファがステップ806で利用できないとき、スケジューラは、何れかの復号器バッファ319～325が利用可能になるまで、 packets データをスケジューラ側の局部バッファに局部的に格納する。スケジューラ側の信号のバッファリングは選択的であり、スケジューラ304側でバッファリングが行われないうとき、到着データは上書きされ、失われる。本発明のベストモードにおいて、ターボ復号器312～318と関連したバッファ319～325の容量は十分にあるので、スケジューラ304側のバッファリングは不要である。

【0038】他の特定の動作モードにおいて、スケジューラ304は、図9を参照して説明されるように、復号器を選択するアルゴリズムを実行する。ステップ900において、データが復号化配列内の複数の復号器の中の

各復号器から受信され、スケジューラ内にデータのスケジュールとして保持される。これらのデータは、各復号器毎に関連した復号バッファのバッファ占有状態を記述するデータと、復号器が実行中の現在の繰り返し回数と、現在の packets を復号化するため復号器に課されたプログラムされた繰り返し回数と、各復号器毎に復号動作の収束レートを記述するデータとを含む。復号化プロセッサは、局部的に実行された復号化処理の収束レートに関する情報をスケジューラ304に返信する。スケジューラは、復号化される packets 毎に大凡の完了時間を監視するスケジュールを更新する。これにより、スケジューラは、複数の復号器の間で異なる繰り返し必要回数を有する異なる packets を割り当て、復号器の配列の全体的な利用状態を最適化することができる。ステップ901において、スケジューラは、現時点で受信された packets を送信すべき復号器を決定する。スケジューラは、ステップ902において、適切なバッファ空間が復号器の対応したバッファ内で利用可能になると、直ちに次の packets を選択された復号器に送信する。

【0039】図10を参照するに、現時点で受信された packets を送信するため適切な復号器を決定するスケジューラにより実行されるステップ901の詳細が示されている。図10の処理ステップの動作は、例えば、通常のプログラミング言語、例えば、C言語若しくはC++言語でプログラムされるようなアルゴリズムの制御下で、プロセッサの動作によって、實際上、実行される。ステップ1000において、スケジューラは、各到着 packets メッセージがスケジューラによって受信された時点とを記述するタイムスタンプデータを記憶する。各メッセージ packets に関するタイムスタンプデータは、 packets が所定の期間よりも必要以上に長くスケジューラ側で遅延されないことを保証するためスケジューラによって使用される。ステップ1001において、スケジューラは、各到着 packets のサイズを、受信されたビット数に関して記述するデータを記憶する。ステップ1002において、スケジューラは、受信されたメッセージ packets の予定されたヘッダから受信され、 packets を復号化するため必要とされる繰り返し回数を記述するデータを記憶する。かくして、スケジューラは、 packets 毎に packets が受信された時点を表すデータ、 packets のサイズ及び解析器によって決定された復号繰り返し回数を記憶する。次に、スケジューラは、 packets のサイズ及び packets を復号化するため必要な繰り返し回数を記述するデータから、 packets を復号化するため復号器で実行されるべき命令数を評価する。スケジューラは、復号器が現在の復号動作の誤り率を改善できなくなる限界に接近する収束レートを記述する収束データ入力を各復号器から受信する。ステップ1004において、受信されたデータ入力、並びに、復号器より受信された収束レートデータから、スケジューラは、最初に現在の復号動作を

完了する復号器を予測するため予測アルゴリズムを実行する。ステップ1005において、現在のバッファ占有状態を記述する連続的な実時間データを各復号バッファから受信したスケジューラは、各復号バッファのバッファ占有状態を検査する。ステップ1006において、スケジューラは、現在の packets を格納するため、十分な空間が最初に復号を完了すると予測された復号器に対応した復号バッファで利用可能であるかどうかを判定する。十分な空間が利用可能である場合、スケジューラは、ステップ1007において、最初に復号を完了することが予測された復号器に現在の packets を送信する。現在の packets の復号化を最初に完了すると予測された復号器で十分な空間が利用できないとき、スケジューラは、最初に復号を完了する復号器で十分な空間が利用可能になるまで packets をスケジューラバッファ320内に局部的に記憶し、そのような空間が利用可能になるとき、スケジューラは、最初に復号を完了すると予測された復号器にその packets を送信する。

【0040】スケジューラ320は、到着 packets を、復号バッファに配信する前に一時的に記憶することができる。スケジューラは、到着 packets がスケジューラに受信された順序で到着 packets を復号器に送信する必要はない。例えば、スケジューラは、特定の復号器の処理が完了するのを待って、多数の復号繰り返し回数が必要とされる packets を遅延させる。例えば、最初に復号を完了することが予測される復号器が少ない繰り返し回数しか必要とされない場合、スケジューラは、少ない繰り返し回数しか必要としない現在の packets を、最初の復号器に送信しないで、多数の復号繰り返しを必要とする後で受信された packets を最初の復号器に送信するようスケジュールを立てる。一方、少ない復号繰り返し回数しか必要としない現在の packets は、最初の復号器の後で利用可能になる別の復号器に送信される。

【0041】当業者によって認められるように、個別のメッセージ packets の個別の復号器への最適割付は、packet サイズ、復号器の利用可能性、復号バッファ占有状態、及び、packet により必要とされる復号繰り返しの回数のパラメータに依存する。従来の人工知能技術は、復号器処理能力の最適利用状態を実現すべく、到着メッセージ packets を個別の復号器に割り当てるためスケジューラ内で実時間に適用される。

【0042】本発明は、当業者に明らかなように集積回路、例えば、特定用途向け集積回路上に実現することができる。回路をプログラミングする別の方法を利用してよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術による前方誤り訂正符号復号器又はターボ符号復号器を含む受信チャンネルの略構成図である。

【図2】ノイズで改竄されたメッセージ packets の系列が固定の復号繰り返し回数で動作するターボ符号復号器に入力され、妨害の低減された複数の復号化されたメッセージ packets が出力される従来技術による略構成図である。

【図3】伝送リンクを介して受信されノイズで改竄された複数のメッセージの入力を復調及び復号する本発明の第1の実施例による復調及び復号手段の略構成図である。

【図4】複数の伝送リンクを介して受信され、一般的に異なるノイズ及び改竄レベルと関連したメッセージ信号の系列を概略的に示す図である。

【図5】図3の復調及び復号手段によって動作され、異なる改竄レベルが関連したメッセージ信号の入力系列を復号化する一般的な処理ステップの概略的なフローチャートである。

【図6】本発明の具体的な一実施例に従って到着メッセージ信号の改竄レベルを解析する信号解析器の略構成図である。

【図7】関連した復号バッファを有し、メッセージ信号の系列に関して可変かつプログラマブルな回数の復号操作を行うターボ符号復号手段の略構成図である。

【図8】図3の復調及び復号手段を構成するスケジューラにより動作され、本発明の具体的な方法に従ってメッセージ信号を複数のターボ符号復号器の配列の中の各ターボ符号復号器に個別に割り付ける一般的な処理ステップの概略的なフローチャートである。

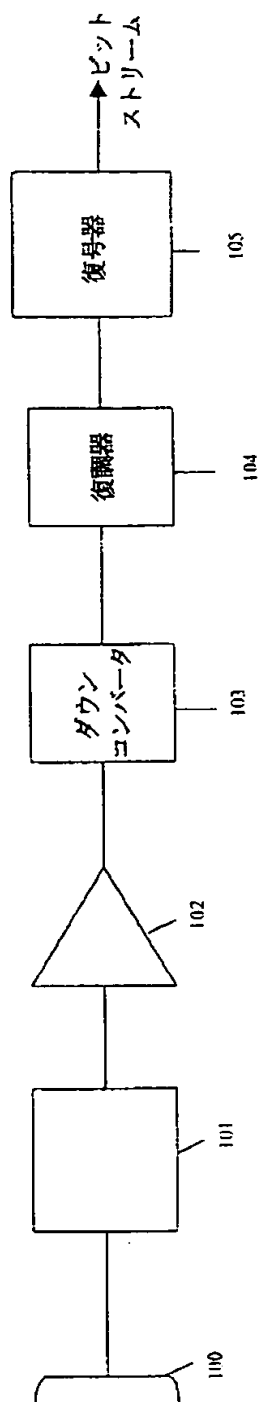
【図9】メッセージ信号を複数のターボ符号復号器の配列に割り付けるスケジューラ手段の第2の動作モードの全体を概略的に示すフローチャートである。

【図10】スケジューラ手段によって動作され、特定のメッセージ packets を送信すべき最適な復号器を選択するためスケジューラにより実行される処理ステップのフローチャートである。

【符号の説明】

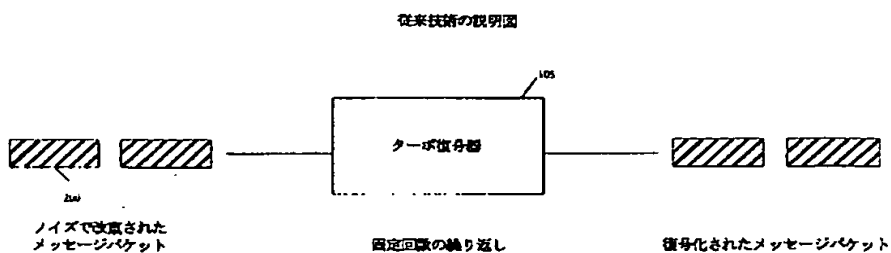
| | |
|---------|--------------|
| 300 | 復調器 |
| 301 | 解析器 |
| 303 | スケジューラ |
| 312～318 | ターボ復号器 |
| 319～325 | 入力バッファ |
| 326 | バッファ |
| 600 | 受信信号強度表示器 |
| 601 | 搬送波対ノイズ比測定手段 |
| 602 | 最適繰り返し回数決定手段 |

従来技術の説明図

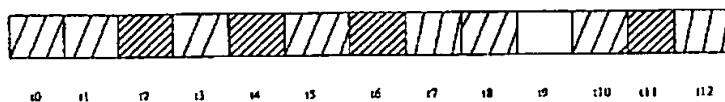


【図 1】

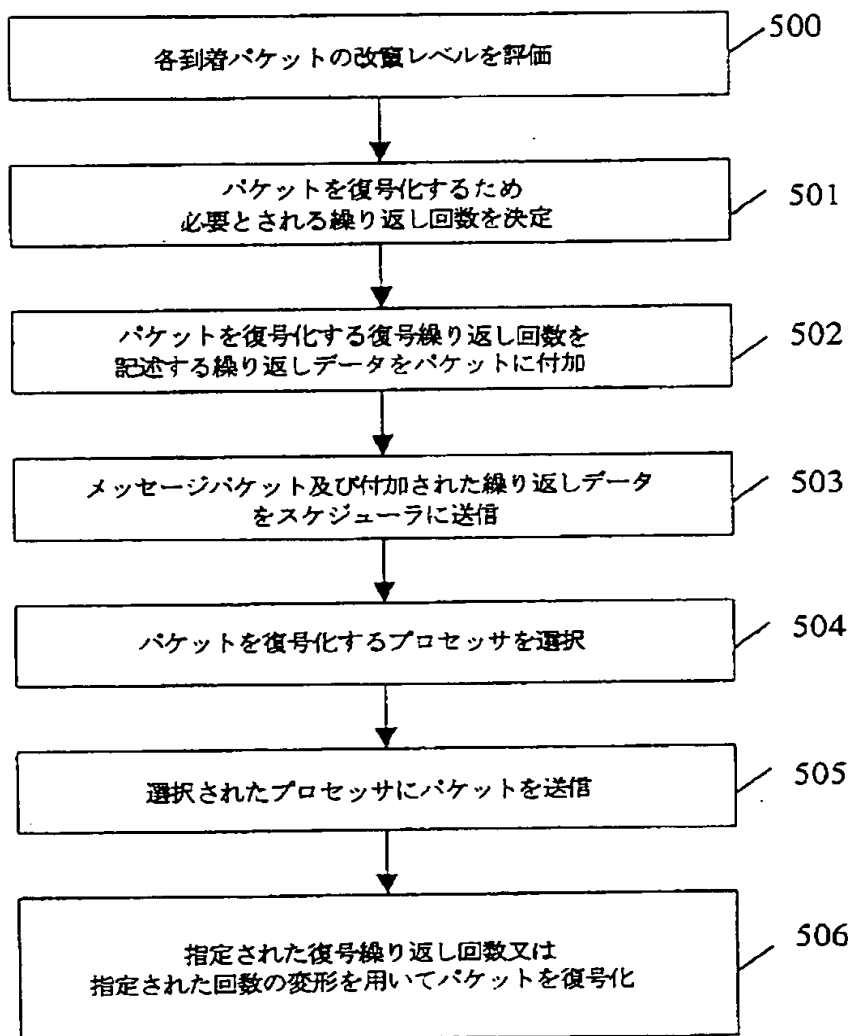
【図 2】



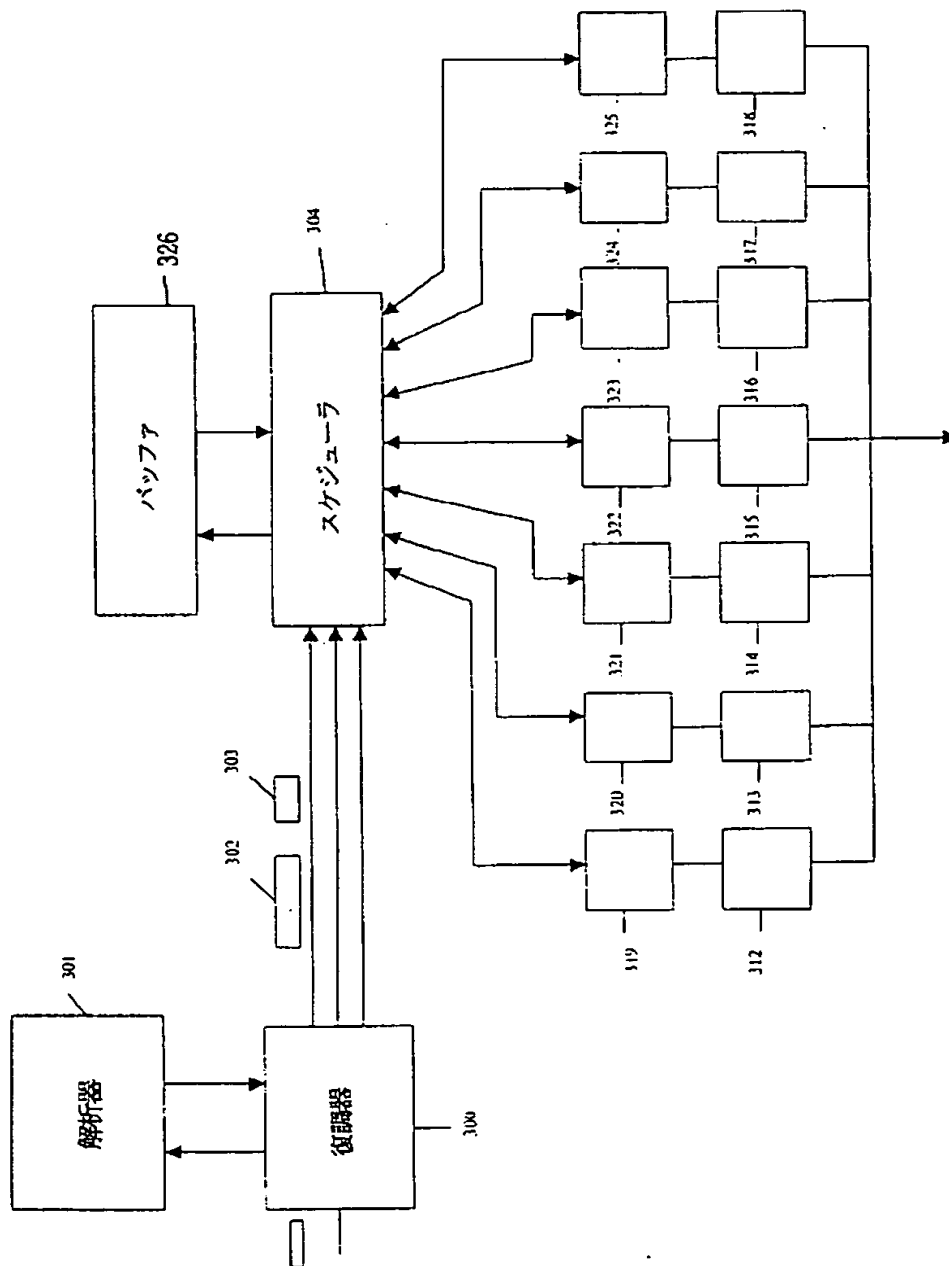
【図 4】



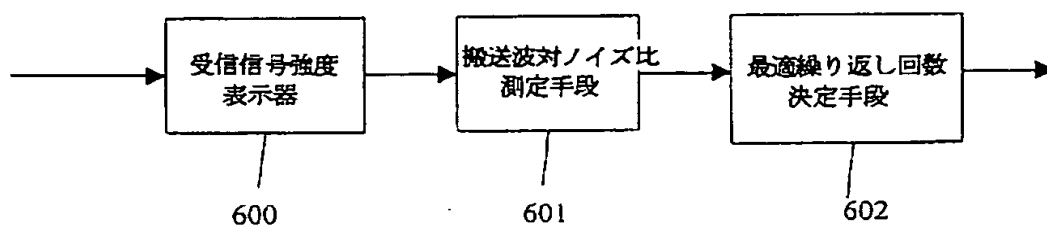
【図 5】



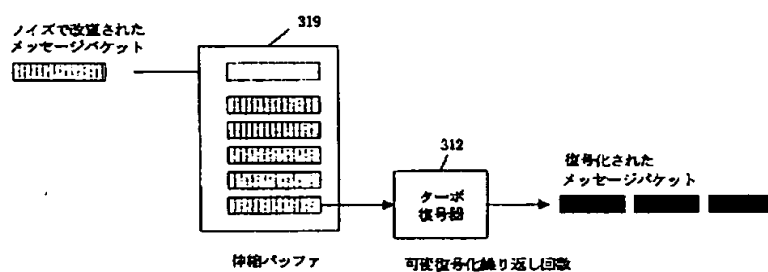
【図 3】



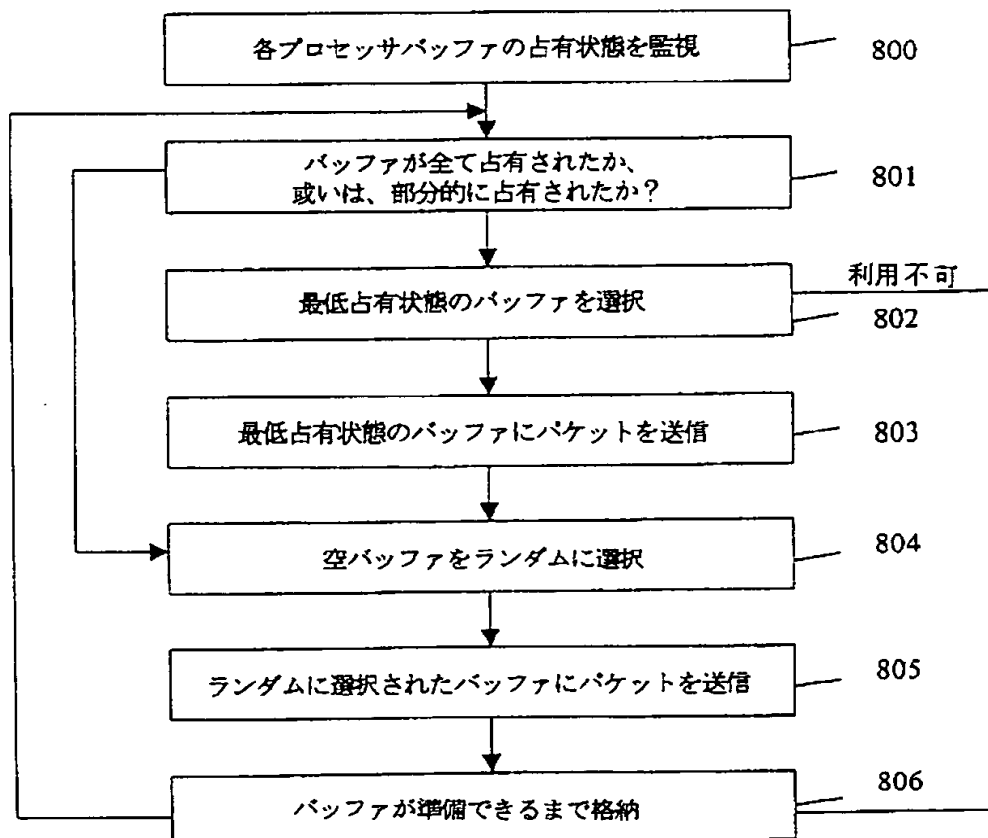
【図 6】



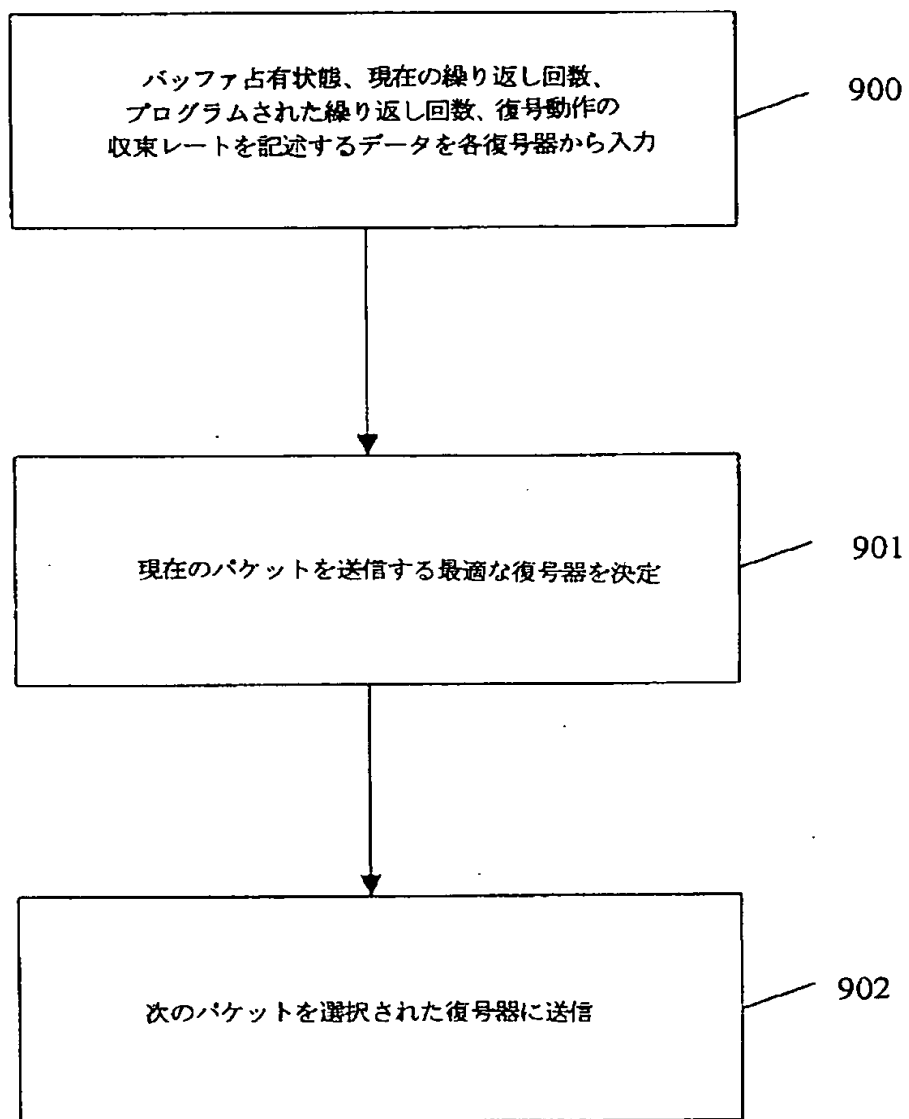
【図 7】



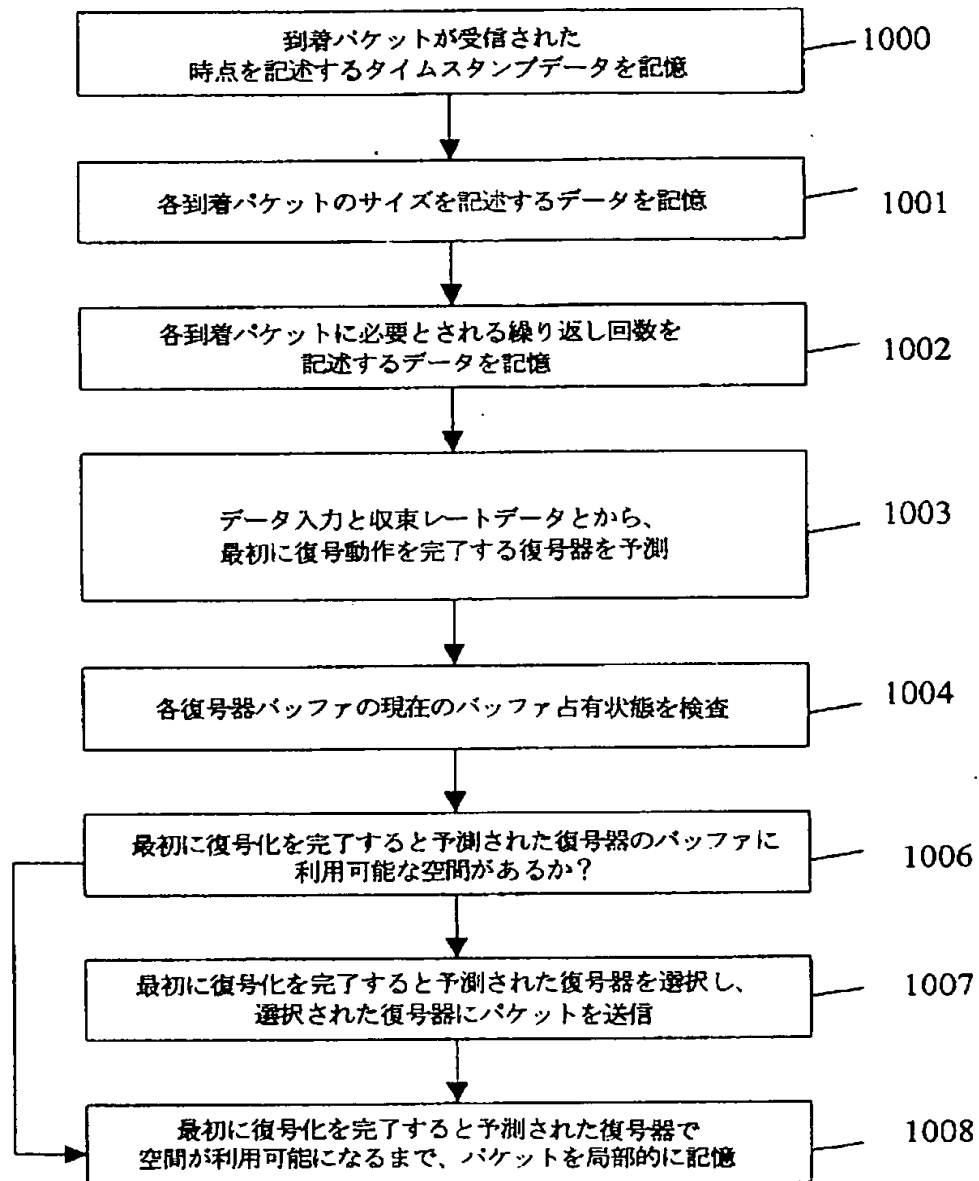
【図 8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(71)出願人 390023157
THE WORLD TRADE CEN
TRE OF MONTREAL, MON
TREAL, QUEBEC H2Y3Y
4, CANADA

(72)発明者 ベネディクト ラッセル フリーマン
イギリス国、ケンブリッジ シービー4
1 エックスエイ、ミルトン・ロード 55